

"EXPRESS MAIL" MAILING LABEL  
NUMBER EV 332041265 US  
DATE OF 25 November 2003  
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER OR FEE IS  
BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES  
POSTAL SERVICE "EXPRESS MAIL POST OFFICE TO  
ADDRESSEE" SERVICE UNDER 37 C.F.R. 1.10 ON THE  
DATE INDICATED ABOVE AND IS ADDRESSED TO  
MAIL STOP PATENT APPLICATION; COMMISSIONER  
OF PATENTS; P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-1450

Elizabeth A. Dudek  
(TYPED OR PRINTED NAME OF PERSON MAILING  
PAPER OR FEE)

  
(SIGNATURE OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of )  
S. Takahashi )  
Title: DIESEL ENGINE )  
Serial No.: *Not Assigned* )  
Filed On: *Herewith* ) (Our Docket No. 5616-0077)

Hartford, Connecticut, November 25, 2003

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY CLAIM AND SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

SIR:

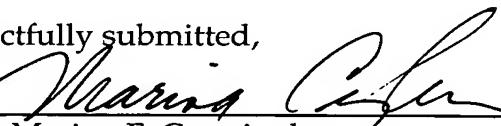
This application is entitled to the benefit of and claims priority from  
Japanese Patent Application No. 2002-342254 filed November 26, 2002. A  
certified copy of the Japanese Patent Application is enclosed herewith.

Please contact the Applicant's representative at the phone number listed  
below with any questions.

McCormick, Paulding & Huber LLP  
CityPlace II, 185 Asylum Street  
Hartford, CT 06103-3402  
(860) 549-5290

Respectfully submitted,

By

  
Marina F. Cunningham  
Registration No. 38419  
Attorney for Applicant

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月26日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-342254  
Application Number:

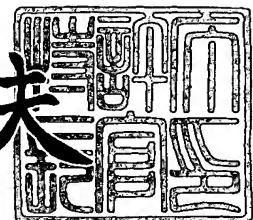
[ST. 10/C] : [JP2002-342254]

出願人 いすゞ自動車株式会社  
Applicant(s):

2003年9月5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 IZ4140027  
【提出日】 平成14年11月26日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 F02D 41/40  
【発明の名称】 ディーゼルエンジン  
【請求項の数】 4  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県藤沢市土棚 8番地 いすゞ自動車株式会社 藤  
沢工場内  
【氏名】 高橋 進  
【特許出願人】  
【識別番号】 000000170  
【氏名又は名称】 いすゞ自動車株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100068021  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 絹谷 信雄  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 014269  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ディーゼルエンジン

【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリンダ内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、該燃料噴射弁から噴射される燃料の量とタイミングとを制御するための燃料噴射制御手段とを備えたディーゼルエンジンにおいて、

上記燃料噴射制御手段が、圧縮行程中に比較的少量の早期噴射を複数回に分けて実行すると共に、その早期噴射の終了後所定期間を経た後に比較的多量の主噴射を実行し、且つ、上記早期噴射による熱発生が圧縮上死点付近で生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記早期噴射を実行し、上記早期噴射による熱発生が終了した後に上記主噴射による熱発生が生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記主噴射を実行することを特徴とするディーゼルエンジン。

【請求項2】 上記燃料噴射制御手段が、初回の上記早期噴射を、80° B T D C 以降40° B T D C 以前のタイミングで実行する請求項1記載のディーゼルエンジン。

【請求項3】 上記燃料噴射制御手段が、上記主噴射を圧縮上死点以降に実行する請求項1又は2記載のディーゼルエンジン。

【請求項4】 エンジンの圧縮行程中に比較的少量の早期噴射を複数回に分けて実行すると共に、その早期噴射の終了後所定期間を経た後に比較的多量の主噴射を実行し、且つ、上記早期噴射による熱発生が圧縮上死点付近で生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記早期噴射を実行し、上記早期噴射による熱発生が終了した後に上記主噴射による熱発生が生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記主噴射を実行することを特徴とするディーゼルエンジンの燃料噴射方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はディーゼルエンジンに係り、特に、通常のパイロット噴射より早期に

行われる早期噴射と、その後に行われる主噴射とが実行されるものに関する。

### 【0002】

#### 【従来の技術】

ディーゼルエンジンにおいて、従来よりパイロット噴射とメイン噴射とを実行することが知られている。これにおいては圧縮上死点付近のタイミング（一般的には10° BTDC～10° ATDC程度）で、まず最初に比較的少量のパイロット噴射が実行され、その後に比較的多量のメイン噴射が実行される。パイロット噴射による燃料は噴射後直ちに着火し、これが主噴射の着火を補助する火種となる。メイン噴射燃料の着火遅れが抑制され、急激な初期燃焼及び筒内圧力の急増が抑えられるために、振動騒音が抑制される。

### 【0003】

しかし、このパイロット・メイン噴射では、パイロット噴射による燃焼が発生している燃焼室に主噴射燃料が突入するため、スモークが発生するという欠点がある。またパイロット噴射燃料の燃焼によってNO<sub>x</sub>が生じるという欠点もある。なおメイン噴射燃料の燃焼によっては、パイロット噴射による火種があるためNO<sub>x</sub>悪化の問題は生じない。

### 【0004】

一方、近年、スモークとNO<sub>x</sub>の同時低減を図るため、燃料噴射が行われてから直ぐに着火しないタイミング（具体的にはパイロット噴射より早期の圧縮行程中）と量とにより燃料噴射を実行し、シリンダ内に予混合気を形成させ、この予混合気を圧縮上死点付近で着火させるという均一予混合燃焼が提案されている。この燃焼方法では燃料噴射をパイロット、メインのように分割せず、1回で行うのが一般的である。

### 【0005】

しかし、この燃焼方法では、吸気行程から圧縮行程中といった、シリンダ内が低圧で空気密度が低い状態で燃料噴射を行うため、燃料噴霧のペネトレーションが相対的に強くなり、シリンダ内壁に燃料噴霧が直接衝突し付着してしまう。このため未燃燃料（HC）の排出や、不完全燃焼に伴うCO悪化などの問題が生じる。また、シリンダ内に完全に均一な予混合気を作ろうとした場合、できるだけ

早い段階、例えば吸気行程中に燃料噴射を行うのが好ましいが、こうすると予混合気を所望のタイミングで自己着火させるのが困難となり、燃焼時期が不安定となりがちである。

#### 【0006】

そこで、近年、このような予混合燃焼を早期噴射と主噴射との2回に分割し、圧縮行程中の早期噴射により予混合気を形成すると共に、圧縮上死点付近で主噴射を実行し、着火時期をコントロールするようにした燃焼方法が提案されてきている。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、この場合でも早期噴射による燃料のシリンダ内壁面付着の問題や、早期噴射燃料によるシリンダ内温度上昇などの様々な問題があるために、排ガスの悪化を伴わず良好な燃焼をさせることは難しい。1回の早期噴射では、圧縮上死点付近に至るまでの間に燃料噴霧を空気と均一に混合させるのが難しく、シリンダ内に燃料の濃い（リッチな）領域が残留してしまい、圧縮上死点付近に到達する前の段階で燃料の酸化反応が生じ、燃焼室の温度上昇を招き、燃費も悪化させてしまう。またこの早期噴射後、圧縮上死点付近で主噴射を行った場合に、主噴射燃料が一気に燃焼し、NO<sub>x</sub>が悪化してしまう。NO<sub>x</sub>を回避するため主噴射タイミングを遅角化（リタード）することも考えられるが、こうするとこんどはHC、COが悪化してしまう。よってこの早期噴射と主噴射による予混合燃焼方法では、予混合燃焼本来のメリットを享受するのが困難である。

#### 【0008】

そこで、以上の問題に鑑みて本発明は創案され、その目的は、早期噴射と主噴射による予混合燃焼を実現する場合に、燃料噴霧のシリンダ内壁面付着等の問題を防止し、排ガス及び燃費の悪化を伴わず良好な燃焼を実現することにある。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、シリンダ内に燃料を噴射する燃料噴射弁と、この燃料噴射弁から噴射される燃料の量とタイミングとを制御するための燃料噴射制御手段とを備えた

ディーゼルエンジンにおいて、上記燃料噴射制御手段が、圧縮行程中に比較的小量の早期噴射を複数回に分けて実行すると共に、その早期噴射の終了後所定期間を経た後に比較的多量の主噴射を実行し、且つ、上記早期噴射による熱発生が圧縮上死点付近で生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記早期噴射を実行し、上記早期噴射による熱発生が終了した後に上記主噴射による熱発生が生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記主噴射を実行するものを提供する。

#### 【0010】

好ましくは、上記燃料噴射制御手段が、初回の上記早期噴射を、80° BTD C以降40° BTD C以前のタイミングで実行する。

#### 【0011】

また好ましくは、上記燃料噴射制御手段が、上記主噴射を圧縮上死点以降に実行する。

#### 【0012】

また本発明は、エンジンの圧縮行程中に比較的小量の早期噴射を複数回に分けて実行すると共に、その早期噴射の終了後所定期間を経た後に比較的多量の主噴射を実行し、且つ、上記早期噴射による熱発生が圧縮上死点付近で生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記早期噴射を実行し、上記早期噴射による熱発生が終了した後に上記主噴射による熱発生が生じるような燃料噴射量と燃料噴射タイミングとで上記主噴射を実行することを特徴とするディーゼルエンジンの燃料噴射方法を提供する。

#### 【0013】

本発明によれば、早期噴射が複数回に分割されて実行されるため、各回の燃料噴霧のペネトレーションが弱まりシリンダ内壁への燃料付着が防止されると共に、早期噴射燃料の予混合化が促進されCO, HC及び燃費悪化が抑制される。この早期噴射燃料による予混合気に基づく熱発生は圧縮上死点付近で生じる。早期噴射後に行われる主噴射の燃料噴射量と燃料噴射タイミングとは、早期噴射による熱発生が終了した後に主噴射による熱発生が生じるような値に設定されているため、シリンダ内の熱炎中に主噴射による燃料噴霧が突入するようなことがなく

、燃料と空気との混合が十分行われるようになりスモーク悪化が防止される。

### 【0014】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

### 【0015】

図1に本実施形態に係るディーゼルエンジンを示す。このエンジンは直噴、車両用ディーゼルエンジンであり、燃料噴射制御手段としてのコモンレール式燃料噴射制御装置を備えている。便宜上図には一気筒のみ示されるが、当該エンジンは当然多気筒であってもよい。

### 【0016】

1がエンジン本体で、これはシリンダ（筒）2、シリンダヘッド3、ピストン4、吸気ポート5、排気ポート6、吸気弁7、排気弁8、燃料噴射弁としてのインジェクタ9等から構成される。シリンダ2内に燃焼室10が形成され、燃焼室10内にインジェクタ9から燃料が直接噴射される。ピストン4の頂部にキャビティ11が形成され、キャビティ11は燃焼室10の一部をなす。キャビティ11は底部中央が隆起したリエントラント型燃焼室の形態をなす。インジェクタ9はシリンダ2と略同軸に位置され、複数の噴孔から同時に放射状に燃料を噴射する。各燃料噴霧の軸線Lとシリンダ中心Cとのなす角は常に一定である。

### 【0017】

吸気ポート5は吸気管12に、排気ポート6は排気管13にそれぞれ接続される。またこのエンジンにはターボチャージャ14が設けられ、排気エネルギーを利用して吸気を過給するようになっている。15がタービン、16がコンプレッサである。コンプレッサ16の上流側に吸気量を検出するための吸気量センサ17が設けられ、コンプレッサ16の下流側に吸気を冷却するためのインタクーラ18が設けられる。なお本発明はターボチャージャの無い自然吸気エンジンにも適用可能である。

### 【0018】

このエンジンにはEGR装置19も設けられる。EGR装置19は、吸気管12と排気管13とを結ぶEGR管20と、EGR量を調節するためのEGR弁2

1と、EGR弁21の上流側にてEGRガスを冷却するEGRクーラ22とを備える。吸気管12においては、EGR管20との接続部の上流側にて吸気を適宜絞るための吸気絞り弁23が設けられる。

#### 【0019】

インジェクタ9はコモンレール24に接続され、そのコモンレール24に貯留ないし蓄圧された噴射圧力相当の高圧燃料（20～200MPa）がインジェクタ9に常時供給されている。コモンレール24への燃料圧送は高圧サプライポンプ25により行われる。

#### 【0020】

このエンジンを電子制御するため電子制御ユニット（以下ECUという）26が設けられる。ECU26は各種センサ類から実際のエンジン運転状態を検出し、このエンジン運転状態に基づきインジェクタ9、EGR弁21、吸気絞り弁23、及び高圧サプライポンプ25からの燃料圧送量を調節する調量弁（図示せず）等を制御する。前記センサ類としては前記吸気量センサ17の他、アクセル開度センサ、エンジン回転センサ、コモンレール圧センサ（いずれも図示せず）等が含まれ、実際の吸気量、アクセル開度、エンジン回転速度（回転数）、エンジンのクランク角、コモンレール圧（コモンレール24内の燃料圧力）等がECU26に検知されるようになっている。

#### 【0021】

ECU26は、エンジンの運転状態に応じて目標コモンレール圧を決定し、実際のコモンレール圧が目標コモンレール圧に近づくようコモンレール圧をファイドバック制御する。

#### 【0022】

またインジェクタ9は、ECU26によりON/OFFされる電気アクチュエータとしての電磁ソレノイドを有し、電磁ソレノイドがONのとき開状態となって燃料を噴射すると共に、電磁ソレノイドがOFFのとき閉状態となって燃料噴射を停止する。ECU26は、実際のエンジン運転状態（主にエンジン回転速度とアクセル開度）に基づき、予め定められたマップに従って目標燃料噴射量と目標燃料噴射タイミング（時期）とを決定し、実際にそのタイミングが到来したと

同時に、目標燃料噴射量に応じた時間だけ電磁ソレノイドをONする。コモンレール圧力が一定ならば目標燃料噴射量が多いほどON時間は長期である。

### 【0023】

次に、本実施形態のエンジンにおける燃料噴射方法について説明する。

### 【0024】

燃料噴射は概して、比較的少量の早期噴射と、この早期噴射の終了後所定期間を経て行われる比較的多量の主噴射とからなる。早期噴射は、既述したパイロット噴射のタイミング ( $10^\circ$  BTDC ~  $10^\circ$  ATDC) より早期のタイミングで行われる。特に本発明に従って、早期噴射は2回以上の複数回に分割して行われる。なお「燃料噴射タイミング」とは実際の燃料噴射が開始されるタイミング、即ちインジェクタの噴口から最初に燃料が出始めるタイミングをいうものとする。複数回の早期噴射では初回の燃料噴射が開始されるタイミングをいう。

### 【0025】

図2に早期噴射及び主噴射を行う場合の燃料噴射パターンを示す。横軸はクランク角、縦軸は実際の噴射率である。(a)図は従来の燃料噴射パターンであり、早期噴射は1回しか行われない。(b)図は本発明に関わる燃料噴射パターンであり、早期噴射は2回以上の複数回行われる。図示例では3回行われ、各回の噴射間には極短い無噴射期間が存在する。

### 【0026】

(a)図に示すように、従来は例えば圧縮上死点前  $80^\circ$  以降  $40^\circ$  以前(これを「 $80\sim40^\circ$  BTDC」と表現する)という、通常のパイロット噴射より早期のタイミングで、比較的少量の早期噴射Aが行われ、この後、圧縮上死点(TDC)付近(図示例ではTDC以降)のタイミングで、比較的多量の主噴射Bが行われていた。

### 【0027】

これに対し(b)図に示すように、本実施形態では、早期噴射Aが複数回に分割して行われる。なお本実施形態において主噴射Bは従来と同じ燃料噴射量及び燃料噴射タイミングで行われ、早期噴射については、総燃料噴射量が従来と同じで、燃料噴射タイミングが従来と実質的に同等のタイミングとなるように初回の

燃料噴射タイミングが従来より早められる。

### 【0028】

(a) 図及び(b) 図に示す早期噴射Aのタイミングでは、まだピストンが上昇中で圧縮上死点より下方にあり、シリンダ内が低圧で、空気密度が低い状態にある。このような状態で(a) 図に示すような従来の早期噴射Aを行うと、噴射率が高いため、燃料噴霧のペネトレーションが相対的に強くなり過ぎ、シリンダ内壁への燃料噴霧の付着及びこれに伴うHC, CO排出などの不具合が生じてしまう。これに対し、(b) 図に示す本実施形態では、早期噴射Aにおける各回の噴射率を低く抑えることができる。これにより上記不具合を解消することができる。またこの早期噴射は燃料の予混合化を目的とするが、従来のように多量の早期噴射を一度に行うよりは、本実施形態のように早期噴射を少量ずつに分けて複数回行った方が、シリンダ内への燃料の分散及び短時間での燃料の均一予混合化に有利である。

### 【0029】

一般にコモンレールシステムの場合、その構造上、十分な噴射量を噴射するときの噴射率の波形は、主噴射Bの波形で示されるように、噴射初期の所定期間に噴射率が徐々に立ち上がり(C1)、その後一定の噴射率が維持され(C2)、噴射終了時には噴射率が急激に立ち下がる(C3)、といったものになる。従って、(b) 図に示す本実施形態のように早期噴射Aを複数回に分割すると、噴射初期の噴射率が立ち上がる部分(C1)のみで噴射を行える。これにより燃料噴霧のペネトレーションを弱め、噴霧の到達距離を短くし、シリンダ内壁への燃料付着を防止できる。

### 【0030】

次に、燃料噴射パターンを種々変化させた場合の排ガス試験結果を図3～図6に基づいて説明する。

### 【0031】

図3～図6に示すグラフにおいて、横軸には、NOxの排出量を出力で割った値がとられている。縦軸については、図3がHC排出量、図4がCO排出量、図5が燃費(SFC)、図6がスモーク排出量(SMOKE)である。

## 【0032】

各グラフにおいて、(2)～(4)の線図は、図2に示したような早期噴射と主噴射とを実行した場合の結果であり、(2)は早期噴射を1回しか行わないもの(図2(a)に対応)、(3)は早期噴射を2回に分割して行うもの、(4)は早期噴射を3回に分割して行うもの(図2(b)に対応)である。(1)は従来のパイロット噴射と同タイミングで1回の早期噴射(厳密には早期噴射でないが便宜上ここでは早期噴射という)を行うものである。(1)～(4)の各線図ともに線図が左側に進むにつれて主噴射タイミングがリタードされる。

## 【0033】

図3～図5において(1)と(2)の線図を見比べれば分かるように、単に、通常のTDC付近から80～40°BTDCという早期のタイミングに噴射タイミングを変更するだけでは、HC、CO、燃費の各性能が悪化する。これに対し、(3)、(4)の線図を見れば分かるように、早期噴射の回数を2回、3回と多数化する毎に各性能が向上する。

## 【0034】

一方、図6に示すように、早期噴射がTDC付近で1回行われる場合(線図(1))に比べ、早期噴射タイミングが早期化され且つ噴射分割回数が増大する毎に(線図(2)、(3)、(4))スモークが悪化するという、前記と逆の傾向がある。しかしながら、主噴射タイミングをリタードしていくと、NO<sub>x</sub>レベルが下がると共に、スモークが急激に改善されるポイントが現れる。そこで、このようなポイントを解明することが非常に重要である。

## 【0035】

次に、図7～図9にシリンダ内の熱発生の様子を調べた試験結果を示す。図7～図9の各グラフにおいて、横軸はクランク角、縦軸は熱発生率(ROHR)である。なお示される熱発生率の値はシリンダ内圧力の実測値から計算した値である。図7、図8、図9はそれぞれ、図3～図6のグラフの(2)～(4)の線図に対応した、早期噴射のタイミングが早期(80～40°BTDC)で、且つ噴射回数が1回、2回、3回の場合である。図7～図9の各グラフ内における各線図は早期噴射タイミングを等しくして主噴射タイミングを①、②、③…のよ

うに順次リタードさせた例を示している。

### 【0036】

この図7～図9の結果と図6の結果とから以下のように考察することができる。

### 【0037】

まず、図7のDに顕著に示されるように、早期噴射を行うと約30～20° B T D C の範囲に低温酸化反応に基づく熱発生の山が現れる。しかしながら、図8、図9のDに示されるように、早期噴射回数を増す毎に熱発生の山が小さくなっていく。これは、噴射回数を増すことによって、低温酸化反応が起こる時間帯における、早期噴射燃料による混合気の希薄化が進み、低温酸化反応が起きにくくなっているからと考えられる。その代わり、その後ピストンがT D C に近づき、シリンダ内の温度及び圧力が上昇することにより、希薄な混合気が着火し、図8、図9のEに示されるようにT D C 付近において緩やかな熱発生が現れる。この熱発生の山は早期噴射回数が増す毎に大きくなる。

### 【0038】

ところが、この熱発生が起きている途中で主噴射が行われると、熱炎中に主噴射による燃料噴霧が突入するようになるため、燃料と空気との混合が十分に行われず、スモークが悪化してしまう。このスモーク悪化を回避するためには、図8、図9のFに示されるように主噴射による熱発生が、図8、図9のEに示されるような早期噴射によるT D C 付近での熱発生が終了した後に発生するのがよいと考えられる。図8、図9のFに示されるような主噴射による熱発生は、同図Gに示されるような主噴射による熱発生より、熱発生率のピーク値が高く、これは主噴射燃料がスモークとならず燃焼に寄与していると考えられるからである。またこれにより出力及び燃費の向上が見込まれる。

### 【0039】

図6に示したように、ある主噴射のリタードポイントでスモークが激減した理由は、図9のFに示されるような熱発生を生じさせるようなタイミングで主噴射が行われたからである。言い換えればこのような主噴射のタイミングが、図6に示したスモークを激減させるタイミングないしリタードポイントである。ここで

注意すべきは、熱発生の時期が燃料噴射量にも依存していることである。

#### 【0040】

従って、以上をまとめると以下のようになる。まず、早期噴射に関しては、TDC付近で熱発生が生じるような燃料噴射タイミングと燃料噴射量とに設定すること、制御上は、このような目標燃料噴射タイミングと目標燃料噴射量とを定めた早期噴射用マップに従って燃料噴射タイミングと燃料噴射量とを制御するのが好ましい。このうちタイミングについては前述したような80～40° BTDCという例が存在する。

#### 【0041】

また、主噴射に関しては、早期噴射によるTDC付近での熱発生が終了した後に主噴射による熱発生が生じるように燃料噴射タイミングと燃料噴射量とを設定すること、制御上は、このような目標燃料噴射タイミングと目標燃料噴射量とを定めた主噴射用マップに従って燃料噴射タイミングと燃料噴射量とを制御するのが好ましい。このうちタイミングについては殆どの場合TDC以降となる。

#### 【0042】

これらにより、早期噴射の複数分割化によるHC、CO及び燃費低減効果と、主噴射の適正リタードによるスモーク改善効果とを同時に得られるようになる。

#### 【0043】

ここで早期噴射に関しては、80～40° BTDCというタイミングを代表例として挙げたが、必ずしもこのタイミングに限られない。要は、約30～20° BTDCでの酸化反応に基づく熱発生がほとんど生じず、且つTDC付近での熱発生が生じるような燃料噴射タイミング及び燃料噴射量であればよい。

#### 【0044】

ここで、実際の燃料噴射においては、インジェクタがONされた時から所定の遅れ時間を経過した後にインジェクタの噴口から燃料が噴射される。従って、主噴射のためのインジェクタONを開始するタイミングは、早期噴射によるTDC付近での熱発生が終了した後とすることができます。

#### 【0045】

なお、「発明が解決しようとする課題」の欄で述べた問題、即ち図2 (a) に

示したような1回の早期噴射と主噴射とを行った場合の問題は、図7に関連して補足説明すると以下の通りである。即ち、1回の早期噴射により、図7のDに示されるような燃料の低温酸化反応に基づく熱発生が生じ、TDCに達するまでの間にシリンダ内温度が上昇する。このようなシリンダ内温度が高い状態でTDC付近において主噴射が行われると、主噴射燃料が一気に燃焼し、NO<sub>x</sub>が悪化してしまう。NO<sub>x</sub>を回避しようとして主噴射タイミングをリタードすると、こんどはHC、COが悪化してしまう。

#### 【0046】

本実施形態によれば、早期噴射が複数回に分割されるので、図7のDに示されるような熱発生は生じず、TDCに達するまでの間におけるシリンダ内温度の上昇が抑制される。従ってTDC付近で主噴射が行われても、主噴射燃料が一気に燃焼するようなことはなく、NO<sub>x</sub>の発生が抑制される。

#### 【0047】

##### 【発明の効果】

以上要するに本発明によれば、早期噴射と主噴射とによる予混合燃焼を実現する場合に、燃料噴霧のシリンダ内壁面付着等の問題を防止し、排ガス及び燃費の悪化を防止できるという、優れた効果が発揮される。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施形態に係るディーゼルエンジンを示す構成図である。

##### 【図2】

早期噴射及び主噴射を行う場合の燃料噴射パターンを概略的に示し、(a)図は従来の燃料噴射パターン、(b)図は本発明に関わる燃料噴射パターンである。

##### 【図3】

NO<sub>x</sub>とHCとの関係を調べた試験結果である。

##### 【図4】

NO<sub>x</sub>とCOとの関係を調べた試験結果である。

##### 【図5】

N O x と燃費との関係を調べた試験結果である。

【図 6】

N O x とスモークとの関係を調べた試験結果である。

【図 7】

燃料噴射によるシリンダ内熱発生状況を調べた試験結果であり、1回の早期噴射と主噴射とを行った例である。

【図 8】

燃料噴射によるシリンダ内熱発生状況を調べた試験結果であり、2回の早期噴射と主噴射とを行った例である。

【図 9】

燃料噴射によるシリンダ内熱発生状況を調べた試験結果であり、3回の早期噴射と主噴射とを行った例である。

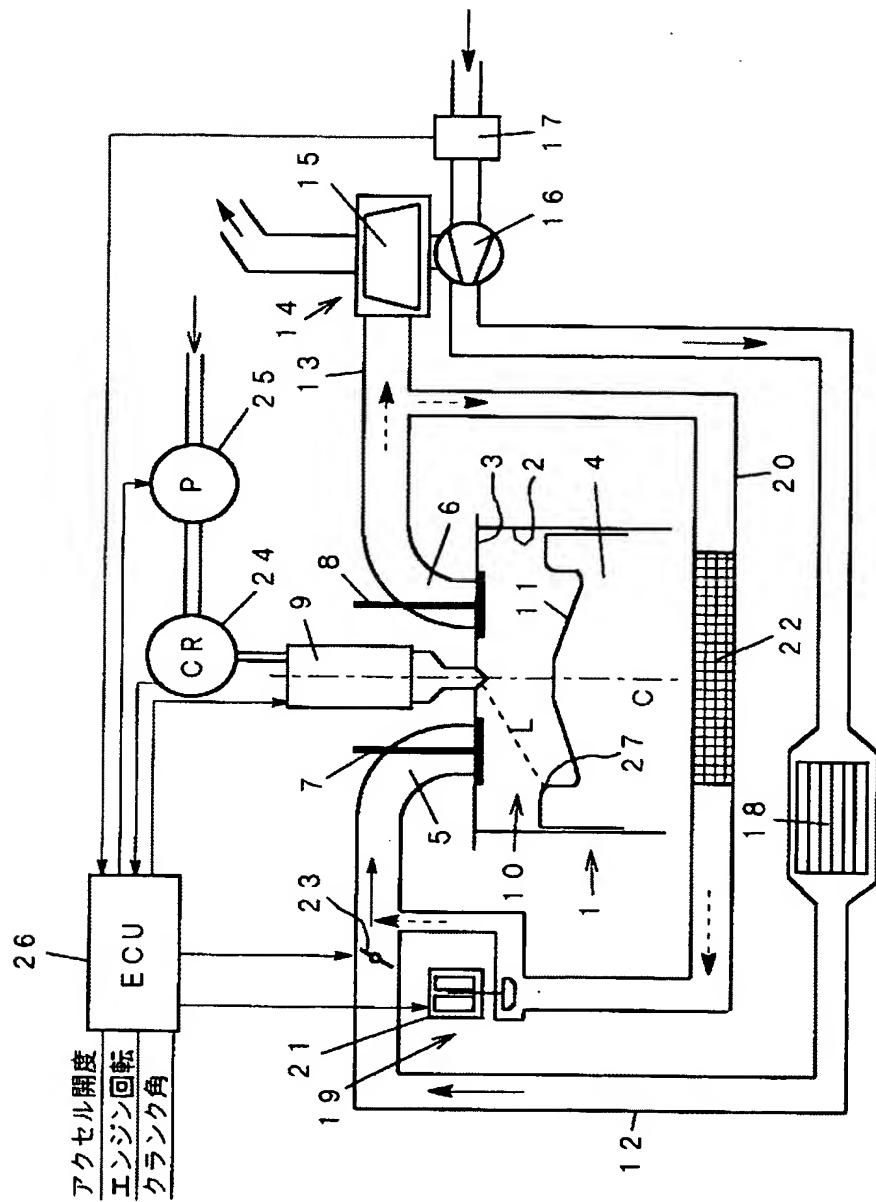
【符号の説明】

- 1 エンジン本体
- 2 シリンダ
- 9 インジェクタ
- 24 コモンレール
- 25 サプライポンプ
- 26 電子制御ユニット (E C U)
- A 早期噴射
- B 主噴射

【書類名】

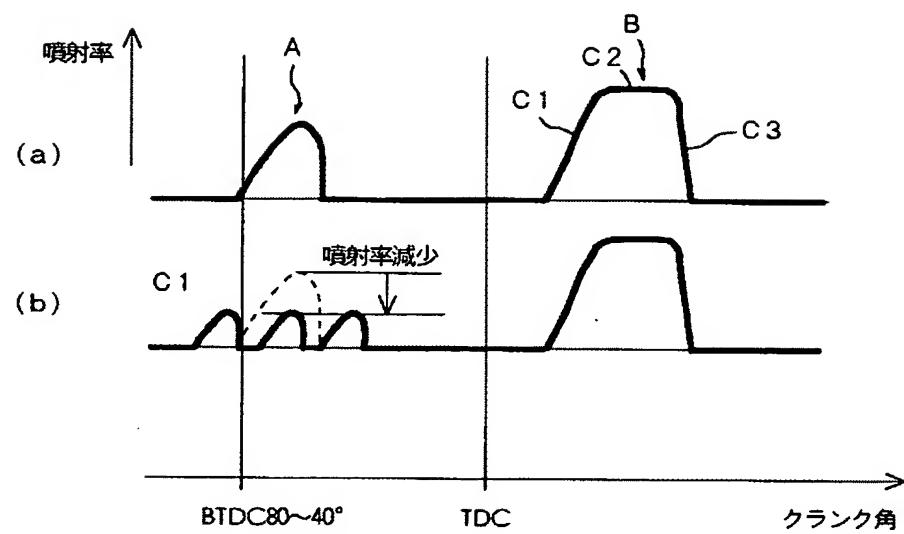
図面

【図1】

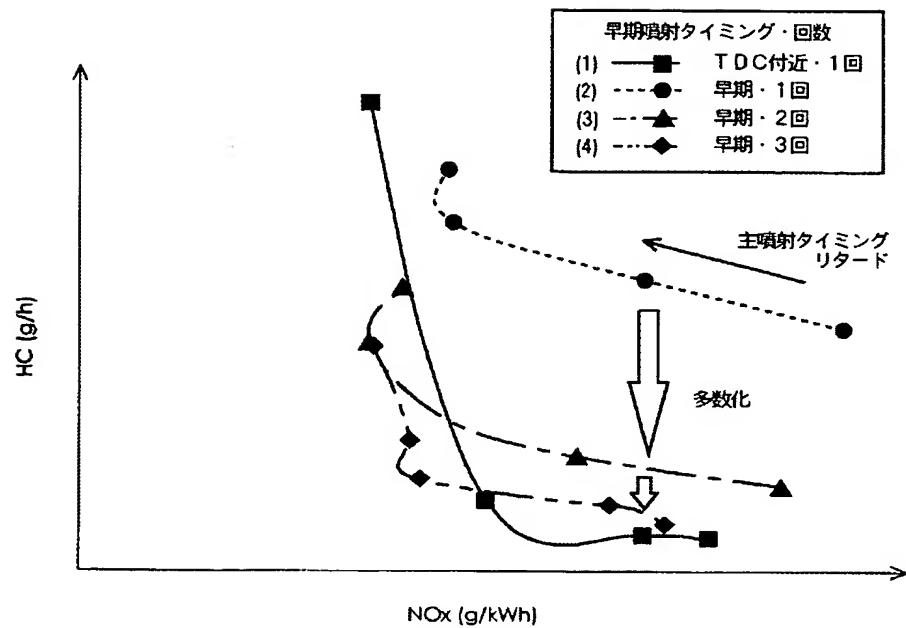


BEST AVAILABLE COPY

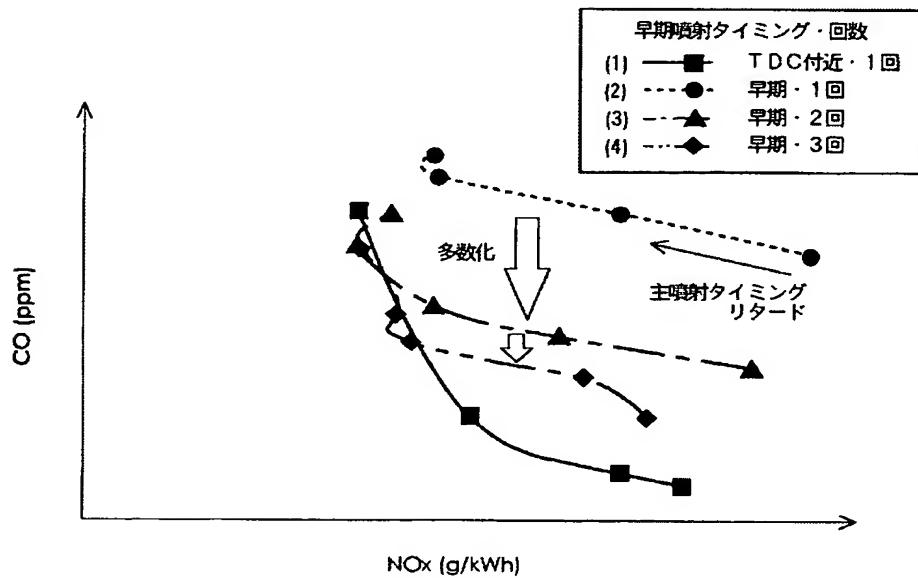
【図2】



【図3】

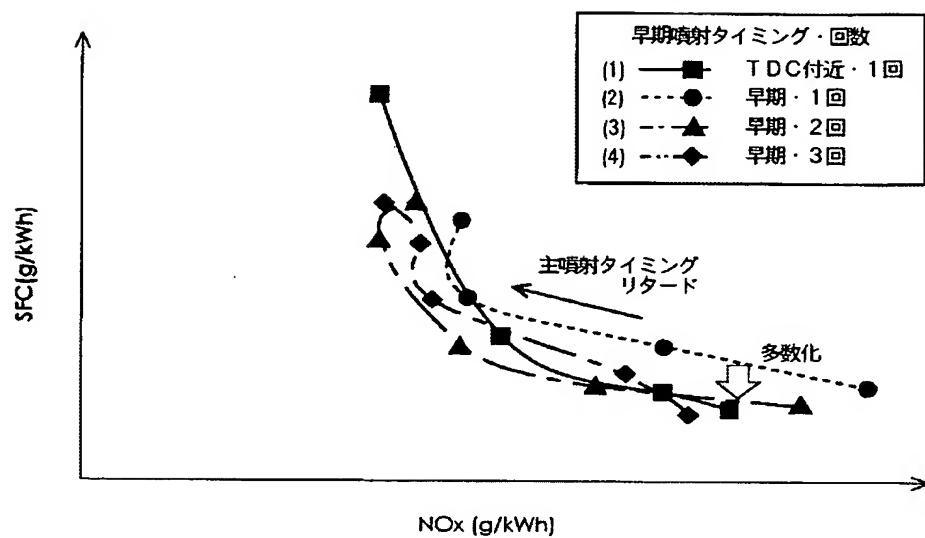


【図4】

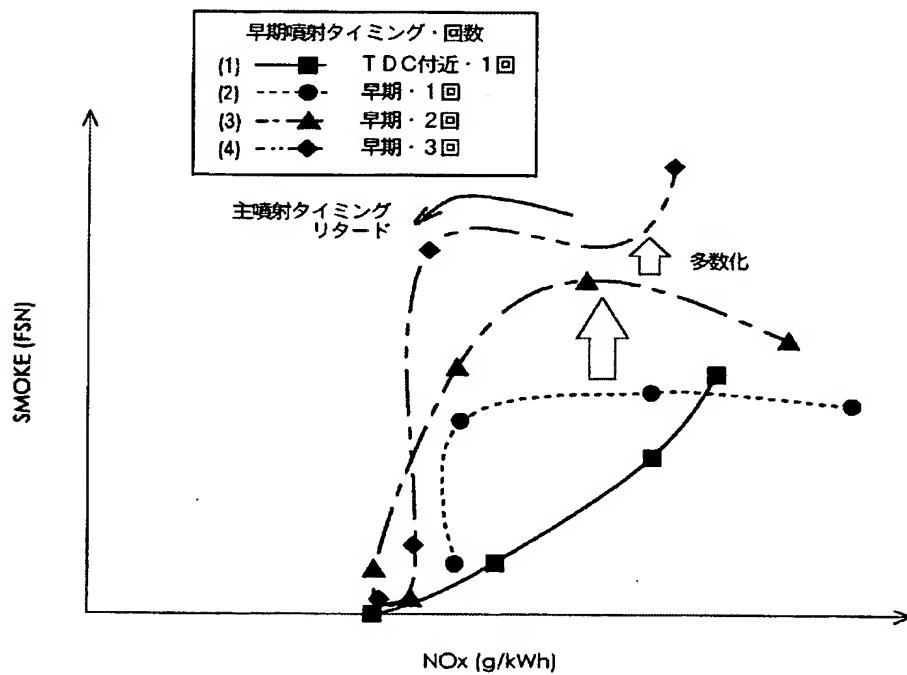


BEST AVAILABLE COPY

【図 5】

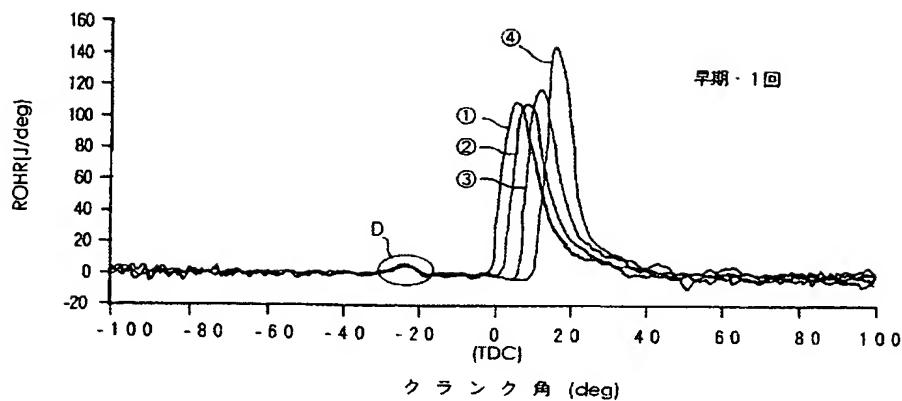


【図 6】

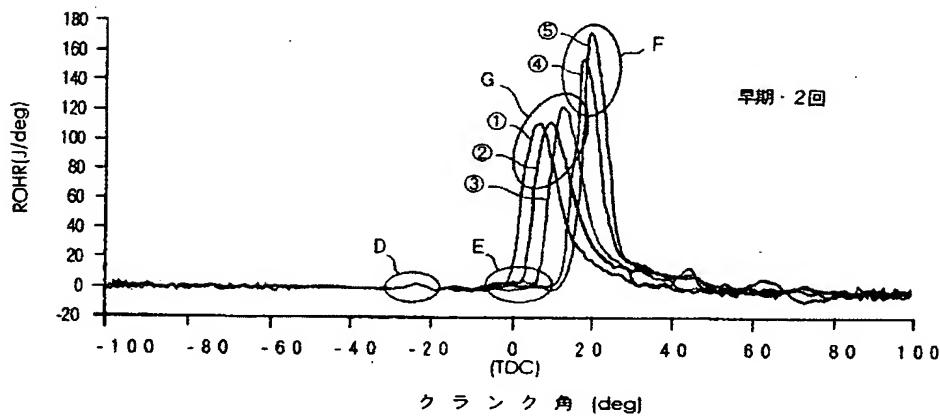


BEST AVAILABLE COPY

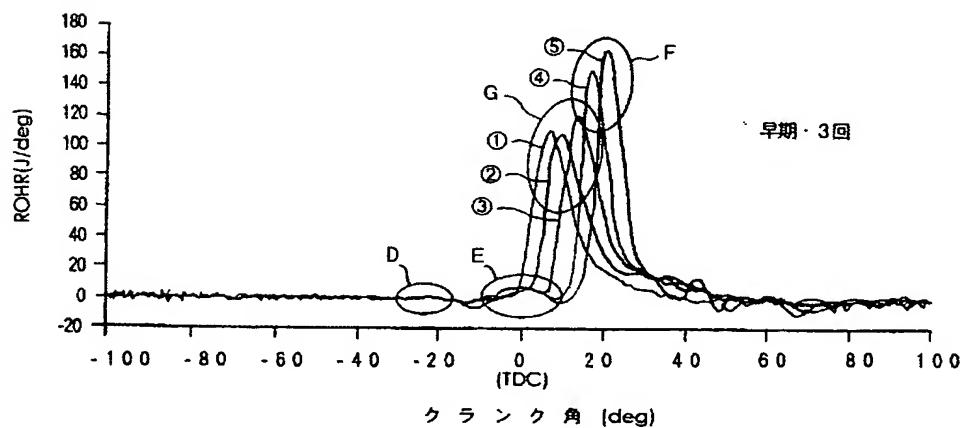
【図7】



【図8】



【図9】



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 早期噴射と主噴射による予混合燃焼を実現する場合に、排ガスや燃費の悪化を防止する。

【解決手段】 本発明のディーゼルエンジンでは、エンジンの圧縮行程中に早期噴射Aを複数回に分けて実行すると共に、その早期噴射の終了後主噴射Bを実行し、且つ、早期噴射による熱発生が圧縮上死点付近で生じるような量とタイミングとで早期噴射を実行し、早期噴射による熱発生が終了した後に主噴射による熱発生が生じるような量とタイミングとで主噴射を実行する。早期噴射が複数回に分割されるため、シリンダ内壁への燃料付着が防止されると共に燃料の予混合化が促進される。早期噴射による熱発生の終了後に主噴射による熱発生が生じるため、シリンダ内の熱炎中に主噴射による燃料が突入せず、スモーク悪化が防止される。

【選択図】 図 2

特願2002-342254

出願人履歴情報

識別番号 [00000170]

1. 変更年月日 1990年 8月24日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都品川区南大井6丁目22番10号  
氏 名 いすゞ自動車株式会社

2. 変更年月日 1991年 5月21日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都品川区南大井6丁目26番1号  
氏 名 いすゞ自動車株式会社